



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y
COMPUTACIÓN

Tesina para optar al título de Ingeniero Eléctrico

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ESTRATEGIA DE SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA LA EMPRESA CHAYOMPIRAS S.A

Autores

Br. Milton Fabian Espinoza Sandoval 2004 – 20611

Br. Raúl Herrera Cortez. 2003 - 19074

Tutor

Ing. Ramiro Arcia.

Managua - Nicaragua, 26 de Julio de 2012

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO

Dedicamos este trabajo principalmente a Dios a quien hemos encomendamos nuestras vidas a seguir sus pasos.

A nuestras familias que como soporte imbatible han estado con nosotros en momentos tan importantes y con su valioso tiempo, alentándonos en nuestras derrotas y enorgulleciéndose con nuestras victorias.

A nuestros profesores de igual manera a nuestro tutor quien nos ha orientado en todo momento en la realización de este proyecto que enmarca el último escalón hacia un futuro en donde sea partícipe en el mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje.

A todas aquellas personas que de una u otra manera nos han abierto sus puertas, brindado sus conocimientos, apoyo y respaldo. Gracias por ser amigos, hermanos, familia y camino. Gracias por todo.

Milton Fabián Espinoza S. & Raúl Herrera C.

ACRÓNIMOS

PIB:	Producto Interno Bruto
CIEN:	Código instalaciones eléctricas de Nicaragua
RRHH:	Recursos Humanos
INE:	Instituto Nicaragüense de Electricidad
MT:	Media Tensión
IVA:	Impuesto al valor agregado
FD:	Factor de demanda
FP:	Factor de potencia
FC:	Factor de carga
P:	Potencia activa
S:	Potencia aparente
EER:	Energy Efficiency Ratio
BTU:	British Thermal Unit
RCT:	Cathode Ray Tube
LCD:	Liquid Crystal Display
AA:	Aire Acondicionado

RESUMEN

CHAYOMPIRAS S.A es una empresa de transportes a nivel nacional, esta como muchas empresas tiene un sistema eléctrico y consumo muy desatendido, para lo cual se realizó una auditoria energética para identificar los potenciales puntos y sectores de ahorro energéticos.

A través de un análisis de consumo y facturación se identificaron los valores reales a nivel general del comportamiento mensual en materia de consumo energético, así como también la identificación de sus instalaciones de equipos, para posteriormente mostrar el posible panorama de ahorro.

El mapa de consumo y el potencial ahorro logro la identificación de familias de equipos y zonas donde puede incidirse más adelante con otro estudio a través de una revisión técnica de las instalaciones, para lograr implantar los equipos recomendados y las modificaciones en las instalaciones que puedan facilitar alcanzar estos ahorros con la estrategia propuesta.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	5
OBJETIVOS	7
JUSTIFICACION	8
1. DATOS GENERALES	10
Descripción del sitio en estudio	10
2. ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN	11
Análisis de Importe mensual.....	11
Análisis del importe por consumo de energía eléctrica	12
Análisis del consumo de energía eléctrica mensual	14
Consumo de energía valle	15
Análisis de Demanda	16
3. ANÁLISIS DE LA CARGA	18
4. FACTORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	21
Factor de Demanda.....	21
Factor de potencia.....	22
Factor de carga	23
5. INVENTARIO DE EQUIPOS EXISTENTES	24
Informática	24
Climatización	25
Iluminación.....	26
Refrigeración	27
Motores	27
Electrodomésticos	28
Ventilación	28
6. PESO EN CONSUMO POR FAMILIA DE EQUIPOS.....	28
PESO EN CONSUMO DE ENERGÍA POR ÁREAS	31
7. RESULTADOS DE LA AUDITORIA	34
Paneles de protección y distribución	35
Climatización	36
Informática	37

Iluminación.....	38
Motores	39
Electrodomésticos	39
8. RECOMENDACIONES EN BASE A OPORTUNIDADES DE AHORRO	40
Plan de mantenimiento general.....	40
Cambio de hábitos en uso de la energía eléctrica	41
Para los equipos de climatización	41
Para los equipos informáticos	42
Para los equipos de iluminación	43
Motores	43
Cambio de tecnología	44
Hábitos	44
Mantenimiento	44
Tecnología	44
9. ANÁLISIS ECONÓMICO POR OPORTUNIDADES DE AHORRO ENCONTRADAS ..	45
Por cambio de hábito	45
Por eliminar consumo vampiro	46
Por cambio tecnológico	47
CONCLUSIONES	49
Bibliografía	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Índice de Eficiencia	23
Tabla 2 - Equipos de informática	25
Tabla 3 – Equipos de climatización	26
Tabla 4 - Equipos de iluminación	26
Tabla 5 - Refrigeración	27
Tabla 6 - motores eléctricos.....	27
Tabla 7 - Equipos electrodomésticos	28
Tabla 8 – Equipos de ventilación.....	28
Tabla 9 – Peso en consumo por familia de equipos.....	29
Tabla 10 - Peso en consumo de energía por áreas	31
Tabla 11 - Oportunidades de ahorro encontradas.....	45
Tabla 12 – Ahorro al eliminar consumo vampiro	47
Tabla 13 - Por cambio de tecnologías	48
Tabla 14 – Ahorros por consumo vampiro y cambios de hábitos.....	48
Tabla 15 – Total ahorro	50

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Entrada suministro en media tensión	10
Ilustración 2 - Análisis del importe por consumo de energía Punta	12
Ilustración 3 - Análisis del importe por consumo de energía Valle	13
Ilustración 4 –Consumo de energía kWh/m Punta	14
Ilustración 5 – Datos consumo de energía kWh/m Punta	14
Ilustración 6 – Consumo de energía kWh/m Valle.....	15
Ilustración 7 – Demanda de potencia kW Punta.....	16
Ilustración 8 – Importe por demanda de potencia Punta C\$.....	17
Ilustración 9 – Perfil de carga Diciembre 2009	19
Ilustración 10 – Perfil de carga Enero 2010	19
Ilustración 11 – Perfil de carga Febrero 2010	20
Ilustración 12 – Peso en consumo por familia de equipos	30
Ilustración 13 – Peso en consumo por áreas	34

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 – Factor de demanda valle.....	21
Ecuación 2 – Factor de demanda punta.....	22
Ecuación 3 – Factor de potencia	22
Ecuación 4 – Factor de carga valle	23
Ecuación 5 – Factor de carga punta	23

INTRODUCCIÓN

En todo el mundo la energía eléctrica¹ innegablemente es un factor que contribuye al desarrollo de la humanidad y un rubro primario para las industrias, comercios y viviendas, puesto que cada una de las actividades realizadas en el quehacer cotidiano se encuentra íntimamente ligado a un aporte en consumo de energía eléctrica, a esto se le suma el costo de la energía (C\$/kWh), así como también la varianza en el precio de los hidrocarburos en Nicaragua base fundamentada en el 76% de la generación de energía eléctrica², este efecto en la economía de una empresa proporciona el siguiente panorama:

1. La economía de una empresa se encuentra en una situación riesgosa en términos energéticos, puesto que la energía en mucho de los casos compite en precio con la materia prima para la producción de dicha empresa, o sea que sin la energía eléctrica que es relativamente cara es posible que se lleven a cabo cada uno de los procesos para elaborar un producto final.
2. Cada uno de los equipos de consumo eléctrico representa un aporte en la facturación por energía eléctrica y por muy pequeño que este sea aun así tiene un valor que podemos definir y evaluar, traduciéndose en un gasto sea cual sea su utilización.

¹Se denomina energía eléctrica a la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos —cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico— y obtener trabajo. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía mecánica y la energía térmica.

² Datos proporcionados por el Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC) para Noviembre del año 2011

3. La mano de obra al igual que la energía, la materia prima y los elementos necesarios para desarrollar un producto final también aportan al consumo de energía eléctrica, es decir que desde el gerente general hasta el personal de limpieza representan un consumo de energía para la empresa.
4. Inevitablemente los equipos para la producción o el correcto funcionamiento de una empresa, desde una máquina eléctrica de gran capacidad en potencia (kW) hasta un equipos que entregue confort climático a los colaboradores, son necesarios para la misma y por mucho que funcionen, no podemos prescindir de ellos de manera súbita sin primero tener un plan de actuación, que nos permita relacionar el funcionamiento del equipo al consumo que aporta en la factura por energía eléctrica.
5. Todos y cada uno de los equipos tienen un tiempo de vida útil que expresado generalmente en varios años, al igual presentan un margen de nobleza que permite que estos sean sobrecargados de trabajo o sobre compensados a su capacidad original de funcionamiento.
6. Algunas empresas disponen de un presupuesto que les permite tener un stock de repuestos o equipos de los que puede disponer en cualquier momento que se presente un problema o un simple mantenimiento correctivo, puesto que para cada uno de estos trabajos es necesario: Tiempo, mano de obra y personal capacitado además de las herramientas y equipos siendo entre otros un rubro importante para dicha actividad.
7. No todas las empresas disponen de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo, además de las fichas técnicas y el orden correcto de las

instalaciones y equipos de los que depende el correcto funcionamiento de la empresa.

8. El nivel cultural de los colaboradores no siempre es el adecuado, puesto que el consumo de un equipo depende de las horas uso del mismo, a su vez del control y uso que lleve a cabo el personal que manipula la máquina o equipo de consumo energético, es decir que esta persona solo maneja el equipo de manera mecánica y no toma en cuenta su consumo, sin prever que de su correcta actitud y conocimiento depende mucho la vida útil del equipo y el consumo de este, lo que se traduce en dinero al pagar o ahorrar dependiendo del buen uso o no del equipo y de la persona que lo controla.

Nicaragua siendo un país en vías de desarrollo, con un acelerado crecimiento energético, poblacional y con un amplio desarrollo en la industria, ha obligado a las empresas a innovar en planes de ahorro energético que en muchos casos han provocado elevados consumos de energía eléctrica que representan mucha austeridad y no se muestran los resultados esperados, estas técnicas de ahorro traen consigo muchas expectativas energéticas y económicas pero a su vez también deben obedecer a un plan de seguimiento a cada una de las técnicas a llevar a cabo, puesto que el ahorro de energía depende mucho de tres factores incidentes en su desarrollo tales como:

- Actualizaciones tecnológicas.

Esto representa un ahorro cualitativo y cuantitativo con grandes expectativas de

ahorro energético y por ende económico.

- La correcta implementación de los planes de mantenimiento a los equipos e instalaciones:

A pesar de lo antes demostrado del gasto que representa esta maniobra de acción, al elaborar y ejecutar un correcto plan de mantenimiento estamos mitigando las fallas en nuestros equipos y sistemas que puedan ocasionar daños que a simple vista no puedan ser reconocidos, pero que afecten el correcto funcionamiento de cualquier elemento que coincida con energía eléctrica, esto provoca desbalance en la curva económica que normalmente se refleja en un flujo económico y para dar con el foco que esto provoque es necesario llevar a cabo lo antes mencionado.

- Hábitos culturales de los colaboradores:

Sobre cada una de las personas que laboran para dicha empresa recae una responsabilidad, así como también recae un consumo de energía eléctrica que puede ser calculado y evaluado para su correcta evolución. Es por eso que este consumo depende de la formación en el tema de ahorro energético, así como en la aplicación correcta de cada una de las técnicas recomendadas.

ANTECEDENTES

CHAYOMPIRAS S.A. es una empresa familiar constituida en Octubre de 1992, aunque sus orígenes se remontan a Febrero de 1973, cuando su Presidente y Gerente General, empezó en el negocio del transporte con dos camiones de 8 toneladas transportando cemento a nivel nacional.

Area de Carga Internacional

Al constituirse, CHAYOMPIRAS S.A., empezó operaciones con Crowley Caribbean Transport (ahora Crowley Liner Services), compañía naviera americana con la cual empezaron operaciones en 1992 con una flota de 15 camiones.

En 1994 se empezó operaciones también con Dole Ocean Liner Express (Dole) hasta Mayo de 2003, en que DOLE decidió retirarse de Nicaragua.

En 1996 empezó operaciones con Transporte Marítimos Mexicanos (TMM) hasta el año 2000. En el año 2000 iniciaron al transportar productos a nivel nacional a Panamco (después se convirtió en Femsas) hasta el año 2006 en que decidieron retirarse por razones estratégicas de negocio.

En el año 2003 también se empezó operaciones con American President Lines (APL) hasta el año 2006 en que decidieron retirarse también por aspectos de negocios. Posteriormente APL los contacto para informarles que estaban interesados en que les transportaran de nuevo y reiniciaron sus servicios en junio 2008. También en el año 2008 empezaron operaciones con Maersk.

Área de transporte de Carga Líquida

A principios de 1993 se estableció un departamento para el transporte de carga líquida con 4 cisternas con sus cabezales. Empezaron este tipo de operación con Texaco Caribbean Inc (hoy UNO Petrol). Posteriormente, en 1996 empezaron a trabajar con Shell de Nicaragua; en el 2000 con Distribuidora Nicaragüense del Petróleo (DNP), en el 2004 con Esso Estándar Oil, en el 2006 con Empresa Nicaragüense del Petróleo (Petronic) y en el 2008 con Alba Petróleos del Salvador. Transportan gasolina regular y súper, diésel, kerosene, fuel oíl y asfalto.

También, con Carbox en el 2003 incursionaron en el transporte de gas carbónico en cisternas, nacional e internacionalmente. Este producto es utilizado como parte del componente de productos embotellados como las cervezas y las gaseosas. Agradecemos a Carbox la oportunidad que nos han dado en especial por facilitarnos sus propias cisternas.

CHAYOMPIRAS S.A., cuenta con una flota de 110 camiones, 38 cisternas grandes, 8 camiones rígidos y 15 chasis de 40'. Adicionalmente operan 11 cisternas que son propiedad de sus clientes.

Tienen una terminal, que es estratégica para la operación con los camiones que cargan en las diferentes terminales en Corinto.

Su principal terminal de operación, donde están en este momento, cuenta con 7 manzanas de tierra. Tienen sus propios talleres de mantenimiento así como su propia seguridad. Trabajan con ellos más de 250 personas, entre conductores, talleres, seguridad y administración.

OBJETIVOS

GENERAL

Realizar un estudio energético, identificando las oportunidades de ahorro en el complejo de oficinas CHAYOMPIRAS S.A que contribuyan al uso racional y eficiente de la energía eléctrica.

ESPECIFICOS

1. Evaluar la situación energética actual de CHAYOMPIRAS S.A.
2. Seleccionar el inventario de equipos de consumo energético para la empresa CHAYOMPIRAS S.A.
3. Presentar un balance energético de los equipos e instalaciones.
4. Identificar las áreas de oportunidades de ahorro de energía.
5. Determinar y evaluar económicamente los volúmenes de ahorro alcanzables y sus medidas técnicas aplicables para CHAYOMPIRAS S.A.

JUSTIFICACION

CHAYOMPIRAS S.A, siendo un empresa en crecimiento y con instalaciones similares a muchas del país tiende a ser desatendida por el desarrollo de nuevos retos y nuevas tendencias tecnológicas, es por ello que este estudio energético mediante una auditoría da motivos para mostrar los considerables ahorros por un uso eficiente de la energía ya que permite reducir el impacto medioambiental asociado a la producción y consumo de energía, además de reducir los gastos de los usuarios y las inversiones para incrementar la oferta de energía eléctrica.

Cuando se trata de fuentes energéticas no renovables, la eficiencia energética permite postergar el agotamiento de las mismas, facilitando así una transición hacia tecnologías de las energías renovables para satisfacer nuestras necesidades.

Los beneficios ambientales del uso eficiente de la energía eléctrica son tanto locales como globales (Efficient Lighting Initiative, 2006). En tanto este permite reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero.

El cambio climático es un tema en boca de todos y se impone un uso sostenible de la energía, la cultura del reciclaje y la reducción de la contaminación.

La iluminación representa entre el 11.9% y el 12.1% del consumo total de la energía eléctrica en los comercios³. Es por ello que mediante la utilización de lámparas y luminarias su capacidad de rendimiento trae múltiples beneficios,

³ Recomendación estratégica sobre tecnologías y subsectores como orientación para sustentar acciones de eficiencia energética en el sector PyME-Pag.28: <http://www.giz.de/Themen/de/dokumente/2012-giz-empfehlungen-energieeffizienz-kmu-es.pdf>

como los siguientes:

- ✓ Beneficios medioambientales: Menor probabilidad de un agotamiento de los recursos no renovables y reducir la emisión de gases nocivos para la atmósfera y la vida en nuestro planeta.
- ✓ Beneficios económicos: Los elementos de iluminación y climatización consumen diferentes cantidades de energía, dependiendo de su eficiencia energética y de la cantidad de tiempo que sea utilizado al día o a la semana, el hecho de remplazar equipos robustos, por equipos de bajo consumo, producción y consumo.

1. DATOS GENERALES

Descripción del sitio en estudio

CHAYOMPIRAS, es una empresa de transporte pesado, que se encarga de distribuir productos dentro y fuera del país.

El suministro se encuentra ubicado en Managua, Actual puente desnivel PORTEZUELO 800 metros al norte. Es alimentado por una red de media tensión, desde la subestación PORTEZUELO 3030, a través del circuito primario PTZ-3030 con un nivel de alimentación de 13,200 Voltios.

El suministro tiene una capacidad total instalada de 225 KVA, dispuestos en un banco aéreo de tres transformadores de 75 kVA individual, ubicado al sureste de



la empresa.

Ilustración 1 - Entrada suministro en media

La medición del consumo de energía eléctrica se realiza en media tensión, por medio del equipo de medida número 8902240 de marca ACTARIS.

2. ANÁLISIS DE LA FACTURACIÓN

Análisis de Importe mensual

La tarifa contratada es (T4E MT INDUSTRIAL MEDIANA BINOMIA CON MEDICIÓN HORARIA)⁴, la cual contempla los siguientes rubros comerciales.

- Energía activa Punta (kWh)
- Energía activa Valle (kWh)
- Demanda Punta (kW)
- Recargo por factor de potencia (En caso de ser menor a 0.85)
- Alumbrado público
- Comercialización
- Regulación INE
- IVA

Realizamos el análisis de facturación, de un año, desde Marzo del 2009 hasta Febrero del 2010. Con el objetivo de analizar en la facturación el impacto por variación en el costo de la energía (kWh) vs el consumo.

⁴ NORMATIVA DE TARIFAS RESOLUCION NO. 14 – 2000 (INE, 2000)

Análisis del importe por consumo de energía eléctrica

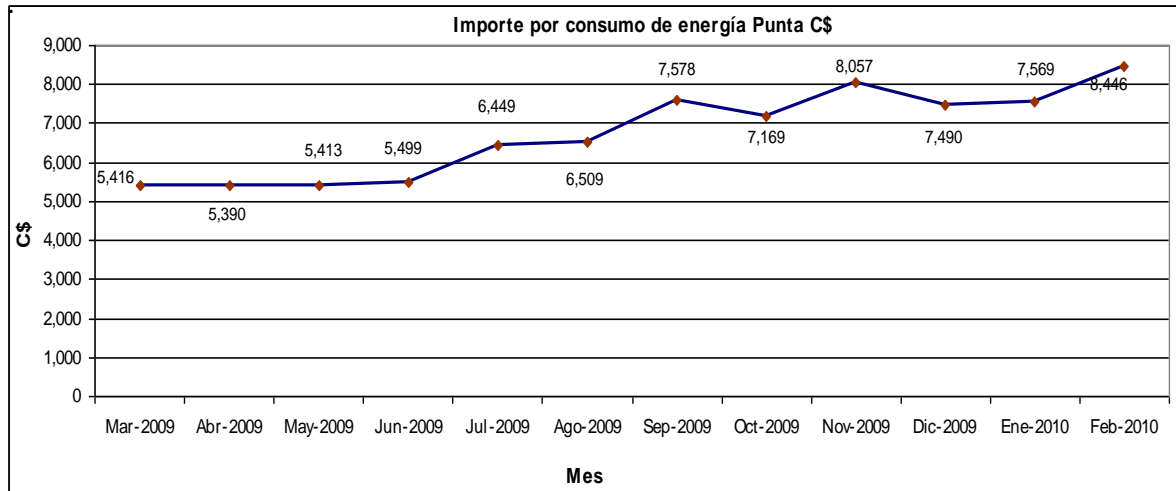


Ilustración 2 - Análisis del importe por consumo de energía Punta

El gráfico representa la variación en el importe por consumo de energía en el periodo comprendido de 6:00 PM a 10:00 PM mostrando un leve incremento en el importe para el mes de Junio del 2%, el mes de Julio nuevamente presenta un incremento del 17% equivalente a 950 kWh/m, en Agosto aumenta 1%, en septiembre nuevamente incrementa en 16% equivalentes a C\$ 1,069.

En Octubre disminuye 5% equivalente a C\$ 409, en Noviembre nuevamente aumenta 12% con C\$ 888, Diciembre disminuye el 7% equivalentes a C\$ 567, Enero del 2010 este importe incrementa su valor en 1% y en Febrero nuevamente aumenta en 12% equivalente a C\$ 877.

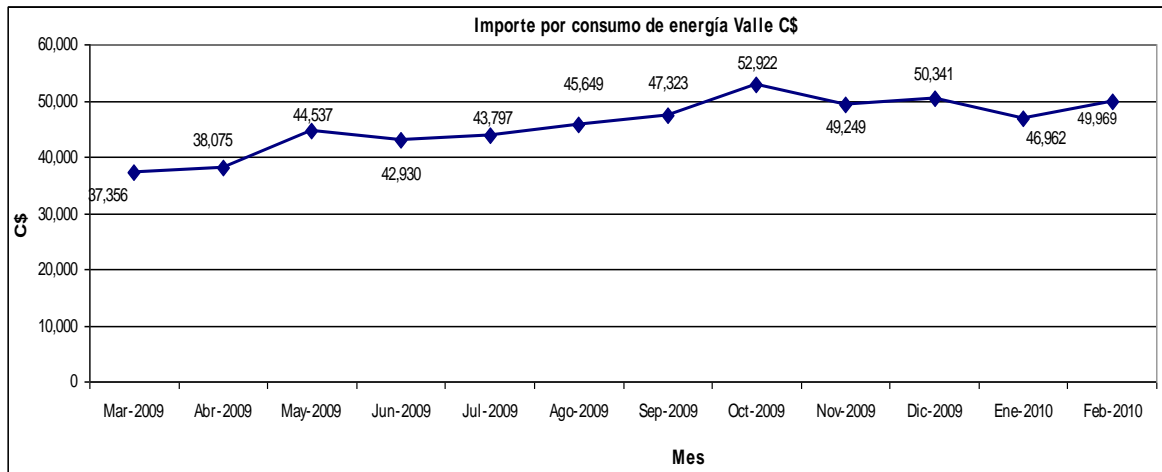


Ilustración 3 - Análisis del importe por consumo de energía Valle

El gráfico representa la variación en el importe por consumo de energía en el periodo comprendido de 10:00 PM a 6:00 PM (20 horas) mostrando un incremento en el importe del mes de Abril 2009 del 2%, equivalente a C\$ 719, en el mes de Mayo nuevamente incrementa su valor en 17% equivalentes a C\$ 6,462. En Junio el importe decrece en 4% equivalentes a C\$ 1,607, Julio presenta un aumento del 2% con C\$ 867. Agosto no es la diferencia presentando 4% de incremento con C\$ 1,852, en el mes de Septiembre continua la tendencia al aumento con 4% que representan C\$ 1,674. El mes de Octubre el incremento fue del 12% de C\$ 5,599. Para variar en Noviembre decae el consumo en 7% en C\$ 3,673, Diciembre aumenta 2%, Al inicio del año 2010 el importe por consumo disminuye 7% en Enero equivalente a C\$ 3,379, y Febrero aumenta el 6% equivalente a C\$ 3,007.

Es notoria la tendencia al aumento en importe de consumo de energía revelando que en un año el importe por consumo aumentó el 25.24% equivalente a C\$ 12,613.

Análisis del consumo de energía eléctrica mensual

Consumo de energía punta.

Esta es la energía consumida en el período de 6:00 pm a 10:00 pm. (4 horas) En el gráfico podemos notar que en los meses de Marzo, Abril, Mayo y Junio del año 2009 el consumo se mantuvo en 1,680 kWh/m, incrementando el 13% en Julio del 2009 este aumento equivale a 210 kWh/m, durante Agosto el consumo se mantuvo, en Septiembre nuevamente incrementa el consumo el 11% correspondiente a 210 kWh/m, Octubre muestra un decrecimiento del 10% en 210 kWh/m, en Noviembre nuevamente aumenta el consumo 10% con 210 kWh/m, Diciembre decrece 10% que equivale a 210 kWh/m, Enero no presenta diferencia en el consumo de energía eléctrica y Febrero muestra un aumento en el consumo de 10% resultando en 210 kWh/m. Durante los primeros cuatro meses del periodo

Mes	Mar-09	Abr-09	May-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Sep-09	Oct-09	Nov-09	Dic-09	Ene-10	Feb-10
Días Facturados	30	31	31	30	31	31	29	31	30	33	31	28
Consumo de Energía kWh/m Punta	1.680	1.680	1.680	1.680	1.890	1.890	2.100	1.890	2.100	1.890	1.890	2.100
Diferencia %		0	0	0	13	0	11	-10	11	-10	0	11

Ilustración 5 – Datos consumo de energía kWh/m Punta

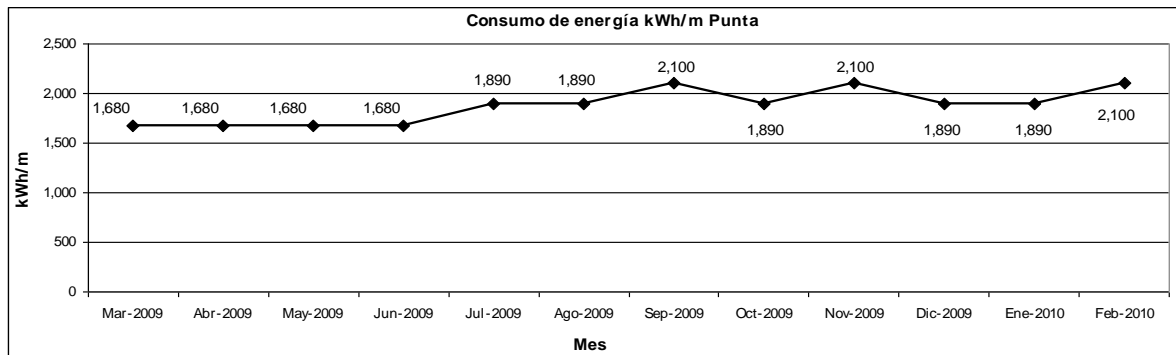


Ilustración 4 –Consumo de energía kWh/m Punta

en estudio el consumo se mantiene en 1,680 kWh/m, y en los ocho restantes

existen variaciones en aumento y disminución con la particularidad que estas transiciones no sobrepasan el $\pm 10\%$ que representan 210 kWh/m.

El gráfico podemos notar que en el mes de Abril el consumo de energía incrementó 2%, equivalente a 420 kWh/m, en mayo 16% equivalentes a 2,940, en

Consumo de energía valle

Esta es la energía consumida en el período de 10:00 pm a 6:00 pm (20 horas).

En Junio disminuye 5% y Julio disminuye el 2%, estas disminuciones representan 1,470 kWh/m, Agosto muestra incremento del 3% con 630 kWh/m, Septiembre disminuye 1%, con 210 kWh/m, Octubre aumenta 6% equivalentes a 1,260 kWh/m, Noviembre presenta una disminución del 8% equivalentes a 1,680 kWh/m, Diciembre nuevamente disminuye 1% con 210 kWh/m, Enero del 2010 nuevamente mantiene la tendencia con una disminución del 8% equivalente a 1,740 kWh/m, Febrero 2010 incrementa 6% con 1,050 kWh/m.

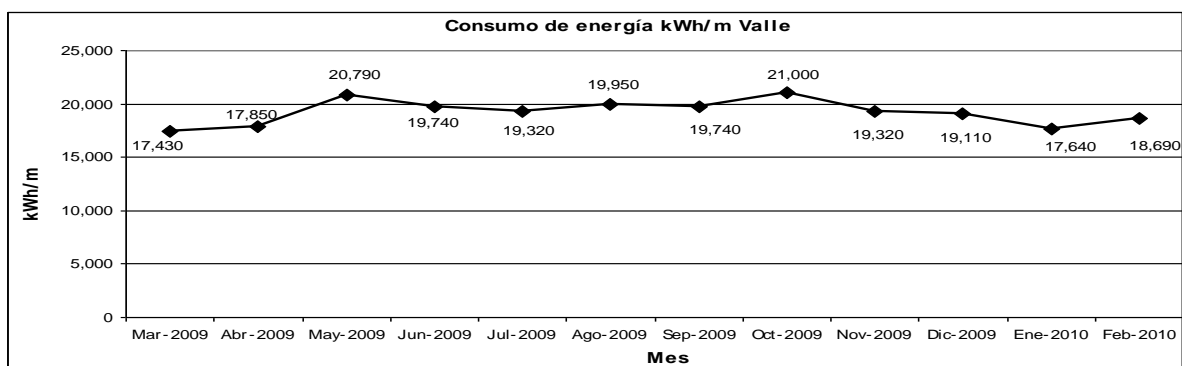


Ilustración 6 – Consumo de energía kWh/m Valle

Análisis de Demanda

A continuación se muestra el comportamiento del último año en demanda Punta (Es la que se le factura al suministro en estudio) y su importe.

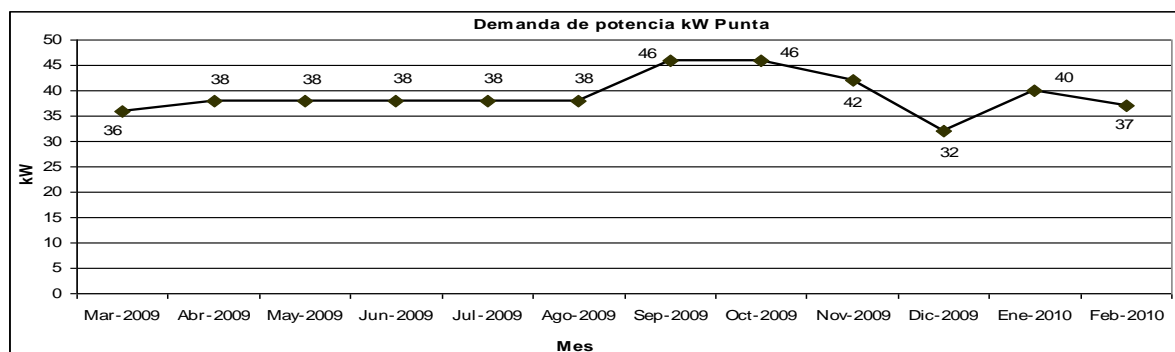


Ilustración 7 – Demanda de potencia kW Punta

En demanda CHAYOMPIRAS en el mes de Abril presentó un aumento del 6% equivalente a 2 kW, durante los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto la demanda no presentó ninguna variación manteniéndose en 38 kW, en Septiembre aumenta el 21% con 8 kW, Octubre se mantiene en 46 kW, Noviembre es diferente con un decrecimiento de 9% equivalente a 4 kW, Diciembre mantiene la tendencia disminuyendo 24% que representan 10 kW, Enero aumenta su demanda en 25% equivalentes a 8 kW, y Febrero disminuye 8% equivalente a 3 kW. A un precio medio de C\$ 404.2682, por cada kW demandado. (Para el mes de Febrero según pliego tarifario <https://www.ine.gob.ni>)

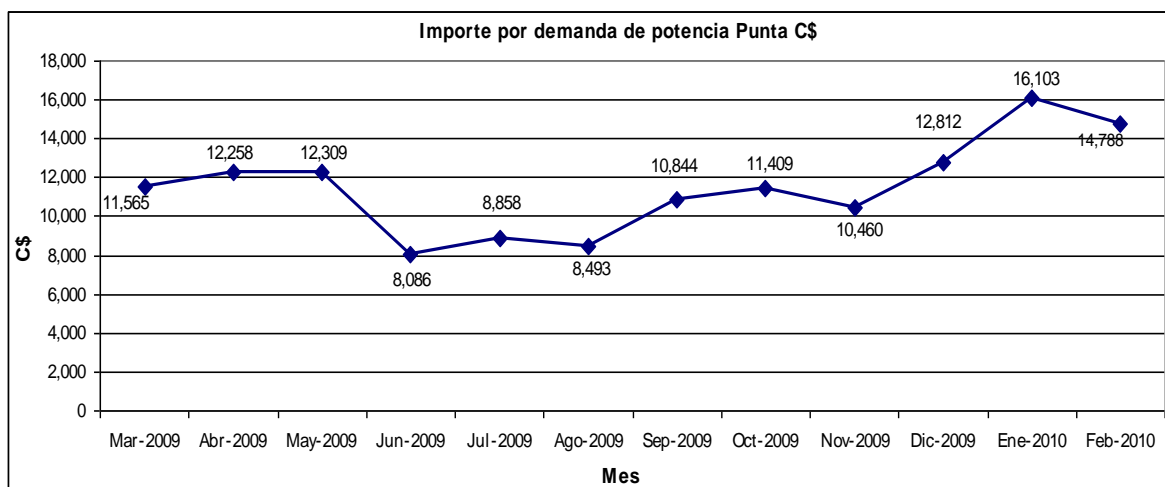


Ilustración 8 – Importe por demanda de potencia Punta C\$

La Demanda es uno de los rubros en la factura de CHAYOMPIRAS S.A. este importe representa el 19% del peso en la facturación mensual, debido a que el precio del kW para el mes de Marzo emitida por el Instituto Nicaragüense de Electricidad para este tipo de tarifa es de C\$ 404.2682. (Para el mes de Febrero según pliego tarifario <https://www.ine.gob.ni>)

En Abril el importe aumenta 6% con C\$ 693, Mayo mantiene su importe en C\$ 12,309, Junio decrece el 34%, con C\$ 4,223, Julio aumenta 10% con C\$ 772, Agosto disminuye 4% equivalentes a C\$ 365, Septiembre aumenta 28% equivalente a C\$ 2,351. Octubre aumenta el 5% con C\$ 565. Noviembre disminuye 8% que representan C\$ 949, Diciembre, Enero y Febrero con 22%, 26% y 10% respectivamente, en total el aumento durante los tres meses fue de C\$ 7,328.

Existen acciones para disminuir la demanda, desactivando la mayor cantidad de equipos durante las 4 horas del periodo en lectura.

3. ANÁLISIS DE LA CARGA

Para analizar la carga, hemos determinado la existencia de siete familias de equipos eléctricos existentes en el complejo:

- 1) Informática o equipos de oficina (computadora de escritorio y portátiles, impresora, fax, estabilizador, fotocopiadora, trituradora de papel, impresora matricial, calculadora eléctrica, etc.)
- 2) Climatización (aires acondicionados, unidades centrales, Split y tipo ventana)
- 3) Iluminación (lámparas Fluorescentes, lámparas Fluorescentes compactas, Sodio e incandescente, etc.)
- 4) Electrodomésticos (televisor, radio-reloj, refrigeradoras, micro-ondas, cafetera, oásis, etc.)
- 5) Motores (Bombas de agua, bombas de combustible y compresor).
- 6) Refrigeración (Refrigeradoras ó neveras pequeñas)
- 7) Ventilación (Los equipos que sirven para el debido enfriamiento de locales abiertos ó que no cuentan con climatización a como bodega de repuestos).

Todos y cada uno de los equipos conectados en la red, contribuyen a la demanda diaria, si no se controla el encendido y el tiempo de uso puede resultar caro y negativo para la competitividad de la empresa tomando en cuenta el tipo de tarifa asignada a la empresa (T4E MT INDUSTRIAL MEDIANA BINOMIA CON MEDICION HORARIA) .

El medidor de energía registra el encendido del equipo y sus horas de uso (energía y demanda). Con la particularidad del periodo punta, siendo este el

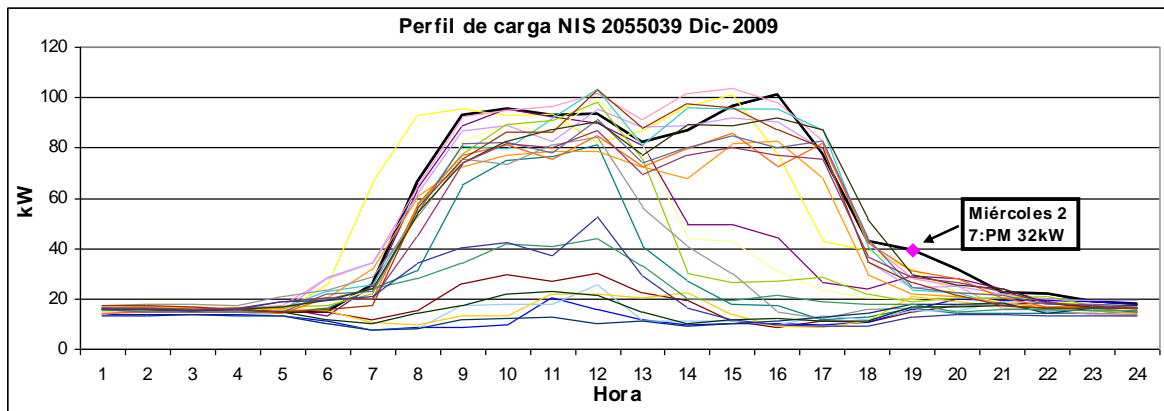


Ilustración 9 – Perfil de carga Diciembre 2009

momento efectivo para la toma de lectura en Demanda Punta.

Esta contribución en la demanda de energía se demuestra en el gráfico de curva de carga o perfil de carga de un día de trabajo.

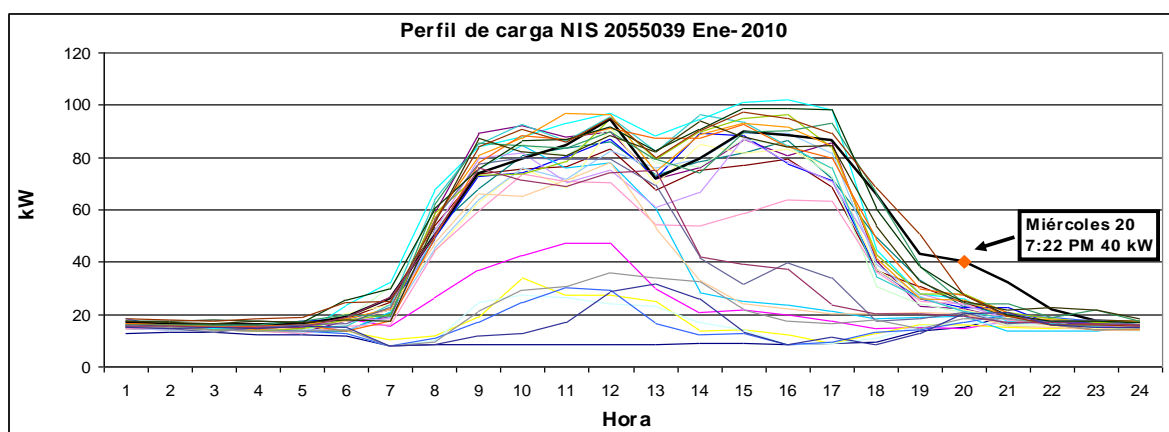


Ilustración 10 – Perfil de carga Enero 2010

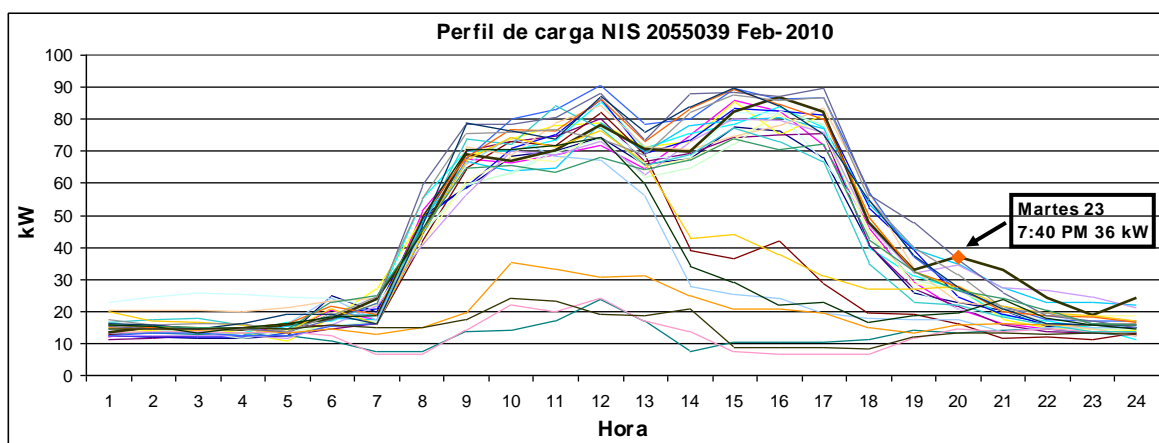


Ilustración 11 – Perfil de carga Febrero 2010

Datos relevantes de los perfiles de carga de los meses de Diciembre 2009, Enero y Febrero 2010.

Se observa que el trabajo de los servidores es continuo y por eso la demanda durante las horas de la madrugada se mantiene entre 15 y 20 kW, al comenzar la mañana 7: 00 AM el consumo se eleva hasta 70 kW, llegando a un máximo de 90 kW en horas de la tarde, para el mes de Febrero del 2010 el máximo de Demanda en el periodo Punta fue de 36 kW a las 7:40 PM y para los meses de Diciembre y Enero fue de 32 kW y 40 kW respectivamente. Tenemos entendido que el horario de trabajo inicia a las 7:30 AM y culmina a las 5:30 PM por lo que administrativamente se debe revisar las actividades que se realizan después de las 5:30 PM ya que la demanda durante este periodo se encuentra entre los valores reflejados en la factura 30 kW y 40 kW.

La demanda promedio en periodo Valle es de 40 kW (tomando en cuenta las 20 horas).

La demanda promedio en periodo Punta es de 19 kW (tomando en cuenta las 4 horas en punta de 6: PM a 10: PM).

La demanda mínima por la noche se mantiene entre 15 y 20 kW.

La curva de carga diaria inicia su ascenso a las 6:30 horas, se mantiene hasta las 17 horas.

La demanda Punta máxima histórica es de 46 kW demandados en Septiembre y Octubre del pasado año 2009, la cual no se ha repetido durante el presente año 2010.

4. FACTORES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Factor de Demanda

La potencia total de transformación instalada es de 225 KVA y la demanda máxima es de 91 kW durante el periodo Valle.

El factor de demanda es, la demanda máxima entre la potencia instalada. Lo que significa que el aprovechamiento de la capacidad instalada es el porcentaje del resultado de la ecuación, de esta se define si los equipos se encuentran sobre utilizados ó subutilizados.

En Valle:

Ecuación 1 – Factor de demanda valle

$$\text{Factor de Demanda} = \frac{\text{Demanda máxima KVA}}{\text{Potencia Instalada KVA}} \qquad FD = \frac{97.84 \text{ KVA}}{225 \text{ KVA}} = 43\%$$

En Punta:

Ecuación 2 – Factor de demanda punta

$$\text{Factor de Demanda} = \frac{\text{Demanda máxima KVA}}{\text{Potencia Instalada KVA}} \quad FD = \frac{39.78 \text{ KVA}}{225 \text{ KVA}} = 17\%$$

El resultado nos indica que solamente el 43% de la capacidad instalada es la que se utiliza, y este en el caso de la demanda máxima, el complejo cuenta con una capacidad subutilizada de 127.16 KVA que en vez de ser lucrativos para la empresa son causas de consumo de energía por pérdidas de transformación y demanda por estar conectados a la red de energía eléctrica.

Factor de potencia

Se define factor de potencia, FP, de un circuito de corriente alterna, a la relación entre la potencia activa, P, y la potencia aparente, S, o bien como el coseno del ángulo que forman los fasores de la intensidad y el voltaje, designándose en este caso como $\cos\phi$, siendo ϕ el valor de dicho ángulo.

El Factor de Potencia del suministro se encuentra controlado, con un valor promedio de **0.93**, sobrepasando el umbral de penalización (hasta 0.85). En los indicadores de eficiencia energética de DISNORTE DISSUR, al tener un FP con un valor definido, se puede clasificar a CHAYOMPIRAS S.A.

$$FP = \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{kVarh/mes}{kWh/mes}\right)\right) \quad FP = \cos\left(\tan^{-1}\left(\frac{8,190 \text{ kVarh}}{21,060 \text{ kWh}}\right)\right) \equiv 0.93$$

Ecuación 3 – Factor de potencia

Factor de carga

Se define como el factor de carga, a la relación entre la demanda promedio y la demanda máxima, es decir el uso que le damos a la energía en función del tiempo.

Para la demanda Valle:

Ecuación 4 – Factor de carga valle

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{Demanda promedio}}{\text{Demanda máxima}} \quad FC = \frac{40 \text{ kW}}{91 \text{ kW}} = 43\%$$

Para la demanda Punta:

Ecuación 5 – Factor de carga punta

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{Demanda promedio}}{\text{Demanda máxima}} \quad FC = \frac{19 \text{ kW}}{37 \text{ kW}} = 51\%$$

Tenemos un 49% de oportunidad de aplanar la curva de demanda.

Al referimos los valores plasmados en los datos de las lecturas mensuales reflejadas por el equipo de medición estacional asignado al complejo de oficinas se tiene que:

Demanda Máxima Punta= 37 kW

Demanda Máxima Valle= 91 kW

Demanda promedio Punta= 19 kW

Demanda promedio Valle= 40 kW

Indicador	Valor	Índice
Factor de Potencia	0.93	2
Factor de Carga	0.43	1
Índice de Eficiencia	3	Pronta

Tabla 1 - Índice de Eficiencia

Capacidad instalada= 225 kVA

Factor de potencia= 0.99

La potencia demandada en Punta es el 17% de la potencia instalada por lo que se tiene el 83% sin utilizar indicando que existen 185.22 KVA subutilizados.

La potencia demandada en Valle es el 43% de la potencia instalada por lo que se tiene el 57% sin utilizar indicando que existen 127.16 KVA subutilizados.

Con el factor de carga en Punta se tienen 49% con probabilidades para aplanar la curva de carga y de esta manera minimizar la demanda máxima.

El factor de potencia se encuentra en 0.93.

Con los datos convencionales de las lecturas y factores de CHAYOMPIRAS S.A esta se clasifica con 3 necesitando pronta atención en sus índices de eficiencia, aun así la capacidad instalada presenta holgura en su funcionamiento.

5. INVENTARIO DE EQUIPOS EXISTENTES

Durante la auditoria energética realizada al complejo de oficinas y las instalaciones del local, dio como resultado que la carga total conectada a la red eléctrica es de 107 kW divididas en siete familias de equipos de consumo eléctrico. Detallamos el inventario de equipos por familia, con su respectiva potencia y su consumo en base a las horas indicadas por personal de mantenimiento que nos acompañó durante la auditoria.

Informática

Es el rubro del primer lugar en la facturación de energía eléctrica con el 48%, responsable de garantizar el control y automatización de los procesos de CHAYOMPIRAS S.A, base de datos actualizados de manera permanente. Entre

estos se encuentran las computadoras y todos sus accesorios, impresoras, fotocopadoras, scanner, impresora matricial, radios intercomunicadores, etc.

Todos estos equipos al estar conectados de manera permanente a la red eléctrica, presentan un consumo, al momento de la auditoria se encontraron equipos encendidos y sin razón de uso.

En la siguiente tabulación se demuestra la cantidad de equipos de informática existentes en el complejo.

Indicador	Potencia por equipo	Cantidad	Potencia instalada	Consumo kWh/m
Computadora LCD	600	27	16	3505
Batería	305	25	8	1642
Computadora RCT	669	11	7	1573
Servidor	1100	1	1	792
Servidor	924	1	1	665
Impresora lazer	547	3	2	356
Impresora matricial	408	1	1	307
Impresora matricial	1440	3	1	302
Estabilizador	120	8	1	208
Impresora multifuncional	720	1	1	151
Impresora multifuncional	690	1	1	145
Fotocopiadora	600	1	1	126
Telefax	180	1	0	38
Impresora matricial	132	1	0	28
Trituradora de papel	120	2	0	27
Scanner	100	2	0	27
Impresora	120	1	0	25
Computadora portatil	50	2	0	21
Calculadora	20	3	0	9
Total	8845	95	42	9949

Tabla 2 - Equipos de informática

Climatización

Es el rubro con el segundo lugar en peso con el 37% en la facturación de energía eléctrica, responsable de brindar el confort climático a los trabajadores del complejo y por eso el uso de estos es casi indispensable, partiendo de la distribución arquitectónica de las instalaciones.

Indicador	Potencia por equipo	Cantidad	Potencia instalada	Consumo kWh/m
Aire acondicionado 12000 BTU unidad central	1953,6	3	6	1172
Aire acondicionado 18000 BTU Split	1843	3	6	1106
Aire acondicionado 24000 BTU unidad central	2094,4	2	4	838
Aire acondicionado 12000 BTU unidad central	1074	3	3	644
Aire acondicionado 12000 BTU unidad central	1267,2	2	3	507
Aire acondicionado 24000 BTU unidad central	2041	1	2	408
Aire acondicionado 12000 BTU Split	1320	1	1	396
Aire acondicionado 12000 BTU Split	1518	1	2	304
Aire acondicionado 18000 BTU Split	1478,4	1	1	296
Aire acondicionado 18000 BTU Split	1443,2	1	1	289
Aire acondicionado 12000 BTU Split	1364	1	1	273
Aire acondicionado 12000 BTU Split	1364	1	1	273
Aire acondicionado 12000 BTU Split	1342	1	1	268
Aire acondicionado 12000 BTU Split	1232	1	1	246
Aire acondicionado 12000 BTU Split	1144	1	1	240
Aire acondicionado 12000 BTU Split	1697,2	1	2	0
Total	24176	24	37	7260

Tabla 3 – Equipos de climatización

Iluminación

Es el rubro con el tercer lugar en consumo con el 8% en la facturación de energía eléctrica, estos equipos son los que se encargan de entregar la cantidad de lúmenes necesarios para el trabajo en locales donde se amerite de una iluminación adecuada para desempeñar el trabajo requerido.

En la siguiente tabulación se demuestra la cantidad de equipos de iluminación existentes en el complejo.

Indicador	Potencia por equipo	Cantidad	Potencia instalada	Consumo kWh/m
Lámpara vapor de mercurio 175W	175	8	1	504
Lámpara fluorescente 2X40W	80	38	3	451
Lámpara fluorescente compacta T8 2X32W	64	31	2	333
Lámpara fluorescente compacta T8 4X32W	128	7	1	103
Lámpara fluorescente compacta 20W	20	34	1	57
Lámpara fluorescente 20W	20	25	1	51
Lámpara fluorescente compacta 15W	15	21	0	25
Lámpara fluorescente 40W	40	4	0	11
Lámpara incandescente 50W	50	2	0	5
Ojo de buey	50	5	0	2
Lámpara alta intensidad luminosa 450W	450	5	2	0
Lámpara de emergencia 2X15W	30	2	0	0
Total	1122	182	12	1542

Tabla 4 - Equipos de iluminación

Refrigeración

Es el rubro en cuarto lugar en consumo de energía con el 3%, estos equipos son los que se encargan de mantener el agua a una temperatura agradable como es el caso del oasis y otro equipo se encarga de conservar alimentos perecederos a una temperatura adecuada, el cual evitara su descomposición.

Indicador	Potencia por equipo	Cantidad	Potencia instalada	Consumo kWh/m
Refrigerador 9 pies cúbicos	441	1	0	318
Oasis	1320	1	1	238
Refrigerador 6 pies cúbicos	153	1	0	110
Total	1914	3	2	665

Tabla 5 - Refrigeración

Motores

Es el rubro con el quinto lugar en peso con 3% en la facturación de energía eléctrica responsable del manejo mecánico para el llenado del tanque combustible de vehículos pesados y llenado de tanques de agua ubicado en el costado suroeste del área del taller mecánico.

En la siguiente tabulación se muestra el inventario de los motores eléctricos existentes en la empresa CHAYOMPIRAS S.A.

Indicador	Potencia por equipo	Cantidad	Potencia instalada	Consumo kWh/m
Motor de 20 HP	3520	1	4	982
Motor de 5HP	1258	1	1	226
Motor de 3/4 HP	559,5	2	1	218
Motor de 3/4 HP	559,5	2	1	0
Motor de 1/2HP	624	1	1	0
Motor de 1/2HP	373	2	1	56
Motor de 1HP	739,2	1	1	35
Total	7633	10	9	1518

Tabla 6 - motores eléctricos

Electrodomésticos

Es el rubro con el sexto lugar en peso con 1% en la facturación de energía eléctrica. Estos equipos son de uso cotidiano y por su régimen de utilización el horario de trabajo es mínimo

Los equipos electrodomésticos fueron los siguientes.

Indicador	Potencia por equipo	Cantidad	Potencia instalada	Consumo kWh/m
Microhonda	1425	1	1	128
Cafetera	546	1	1	49
Microhonda	1050	1	1	32
Televisor de 24"	151,6	1	0	18
Cargador de Batería	1788	1	2	11
Televisor de 24"	151,6	1	0	5
Marcador de tarjetas	1	1	0	2
Cargador de radio comunicador	60	5	0	2
Total	5173	12	6	247

Tabla 7 - Equipos electrodomésticos

Ventilación

Estos equipos son los que se encargan de brindar el confort climático en lugares abiertos en donde no se puede utilizar aire acondicionado.

Indicador	Potencia por equipo	Cantidad	Potencia instalada	Consumo kWh/m
Abanico de pedestal	120	1	0,12	26
Total	120	1	0	26

Tabla 8 – Equipos de ventilación

6. PESO EN CONSUMO POR FAMILIA DE EQUIPOS

La carga está dividida en familia o grupo de equipos eléctricos, a como se muestra en la siguiente tabulación.

Equipo	kWh/m	%
Informática	9949	47%
Climatización	7260	34%
Iluminación	1542	7%
Motor	1518	7%
Refrigeración	665	3%
Electrodomésticos	247	1%
Ventilación	23	0%
Total	21203	100%

Tabla 9 – Peso en consumo por familia de equipos

Obteniendo como uno de los resultados del estudio el peso de los equipos, determinamos que la familia de equipo de mayor consumo es informática con un peso del 47 equivalente a 9.949 kWh/m. Existe una potencia instalada de 42W. Esto se debe en su mayoría al servidor y todas las computadoras que usualmente se mantienen encendidas hasta en la hora del almuerzo.

Seguido por los equipos de climatización con el 35 con un consumo equivalente a 7,260h/m, existe una potencia instalada de 37kW.

En tercer lugar se encuentran los equipos de iluminación con 7% equivalente en su consumo de 1,542 kWh/m. Existe una potencia instalada de 12 kW.

En cuarto lugar se encuentran los motores con un peso del 7% equivalente a un consumo de 1,518 kWh/m. La potencia instalada de estos equipos es 9 kW.

Solo estas cuatro familias de equipos (Informática, Climatización, iluminación, motores) representan un peso de 96 % de los equipos instalados en todo el complejo

En quinto lugar se encuentra refrigeración con el 3% equivalente a 665 kWh/m. Existe una potencia instalada de 2kW.

En sexto lugar se encuentran los electrodomésticos con un peso del 1% equivalente a un consumo de 247 kWh/m. La potencia instalada de estos equipos es de 5kW.

En el gráfico se muestra el peso que equivale a cada familia de equipos existentes en el complejo CHAYOMPIRAS S.A.

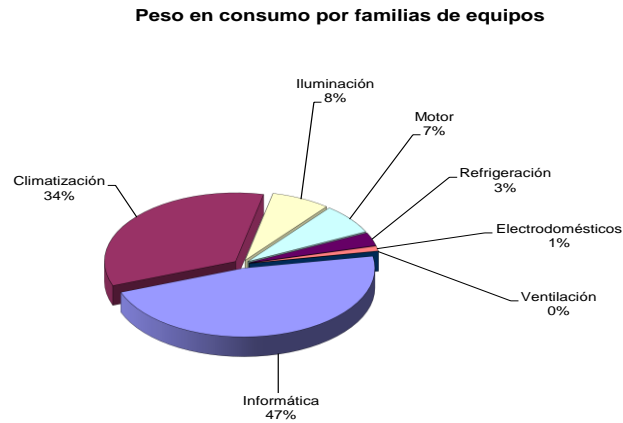


Ilustración 12 – Peso en consumo por familia de equipos

El consumo de estos equipos está referido a las horas uso facilitadas por la persona que nos acompañó durante el recorrido a las instalaciones.

PESO EN CONSUMO DE ENERGÍA POR ÁREAS

Area	kWh/m	%
Recepción	3752	18%
Seguridad industrial		
Asistencia administrativa		
Oficina de GLC	2451	12%
Compresor	982	5%
Cuarto de servidor	934	4%
Comedor de oficinas	914	4%
Oficina de mantenimiento carga líquida	909	4%
Oficina de gerencia general	895	4%
Pasillo		
Oficina de mantenimiento carga internacional	775	4%
Oficina gerencia de contabilidad	754	4%
Oficina gerencia de suministro	693	3%
Compra	677	3%
Gerencia de mantenimiento	662	3%
Informática	626	3%
Oficina gerencia financiera	573	3%
Comedor	436	2%
Oficina logística	396	2%
Sala de conferencias	394	2%
Oficina de RRHH	358	2%
Logística #4	309	1%
Sala de conductores	308	1%
Dormitorio	287	1%
Bodega de repuesto	277	1%
Taller mecánico	274	1%
Oficina logística	268	1%
Control de equipos	257	1%
Area parqueo de contenedores	252	1%
Oficina programador Texaco	242	1%
Oficina seguridad personal	228	1%
Area de lavado	226	1%
Bomba de combustible	219	1%
Cuarto de paneles	217	1%
Baño de mujeres		
Baño de varones		
Logística #2	203	1%
Oficina programador Shell	147	1%
Logística #3	126	1%
Taller eléctrico	80	0%
Logística #1	53	0%
Caseta de seguridad	22	0%
Baño	13	0%
Baño	5	0%
Iluminación exterior de dormitorios	5	0%
Escaleras a segundo piso	2	0%
Area de llantas	1	0%
Caseta de bombero	1	0%
Total	21203	100%

Tabla 10 - Peso en consumo de energía por áreas

En la tabulación se demuestra el peso porcentual en consumo de las áreas.

En la tabulación se muestra que el área de mayor consumo de energía es recepción, seguridad industrial y asistencia administrativa con el 18% del peso en consumo de energía, representando 3,752 kWh/m, debido a que comparten el

equipo de climatización. Seguido por oficina de GLC con 12% del consumo equivalente a 2,451 kWh/m, Compresor con 5% equivalente a 982 kWh/m. Cuarto de servidor con 7% del consumo, equivalente a 934 kWh/m. Comedor de oficinas con 4% equivalente a 914 kWh/m. Oficina de mantenimiento carga líquida 4% del peso en consumo, equivalente a 909 kWh/m. Oficina de gerencia general y pasillo 4% equivalente a 895 kWh/m, Seguido por oficina de mantenimiento carga internacional 4% del peso en consumo que corresponde a 775 kWh/m.

Oficina gerencia de contabilidad 4% equivalente a 754 kWh/m, Oficina gerencia de suministro 3% equivalente a 693 kWh/m, Compra 3% equivalente a 677 kWh/m, Gerencia de mantenimiento 3% equivalente a 662 kWh/m, Informática 3% equivalente a 626 kWh/m, Oficina gerencia financiera con 3% equivalente a 573 kWh/m, comedor con 2% del consumo equivalente a 436 kWh/m. Oficina logística con el 2% del consumo equivalente a 396 kWh/m, le sigue Sala de conductores 2% del consumo equivalente a 394 kWh/m, Oficina de RRHH con el 2% equivalente a 358 kWh/m, Logística #4 con 1% del peso del consumo equivalente a 309 kWh/m, le sigue Sala de conductores 1% equivalente a 308 kWh/m, Dormitorios 1% equivalente a 287 kWh/m, le sigue Bodega de repuestos con 1% equivalente a 277 kWh/m, Taller mecánico con el peso en consumo del 1% equivalente a 274 kWh/m, Oficina logística con 1% equivalente a 268 kWh/m.

Le sigue Oficina control de equipos 1% equivalente a 257kWh/m, Área parqueo de contenedores 1% equivalente a 252 kWh/m. Oficina programador Texaco 1% equivalente a 242 kWh/m, Oficina seguridad personal 1% equivalente a 228kWh/m, seguido por Área de lavado con 1% del consumo equivalente a 226

kWh/m, Bomba de combustible 1% equivalente a 219 kWh/m, Cuarto de paneles, baño de mujeres y varones 1% del consumo equivalente a 217 kWh/m, debido al compartimiento de climatización, Sigue logística #2 con el 1% del consumo equivalente a 203 kWh/m,

En estas áreas se encuentra contemplado el 98% del consumo de energía eléctrica de la empresa de CHAYOMPIRAS S.A.

Oficina programador Shell 1% equivalente a 147 kWh/m, Logística #3 con 1% equivalente a 126 kWh/m.

En el siguiente gráfico se puede observar el peso en consumo de cada una de las áreas antes mencionadas.

Se toma en cuenta todos los equipos que están instalados y utilizados en las distintas áreas, además del hábito de uso al tener los equipos conectados y en espera a ser usados, o encendidos sin razón.

Peso en consumo por áreas

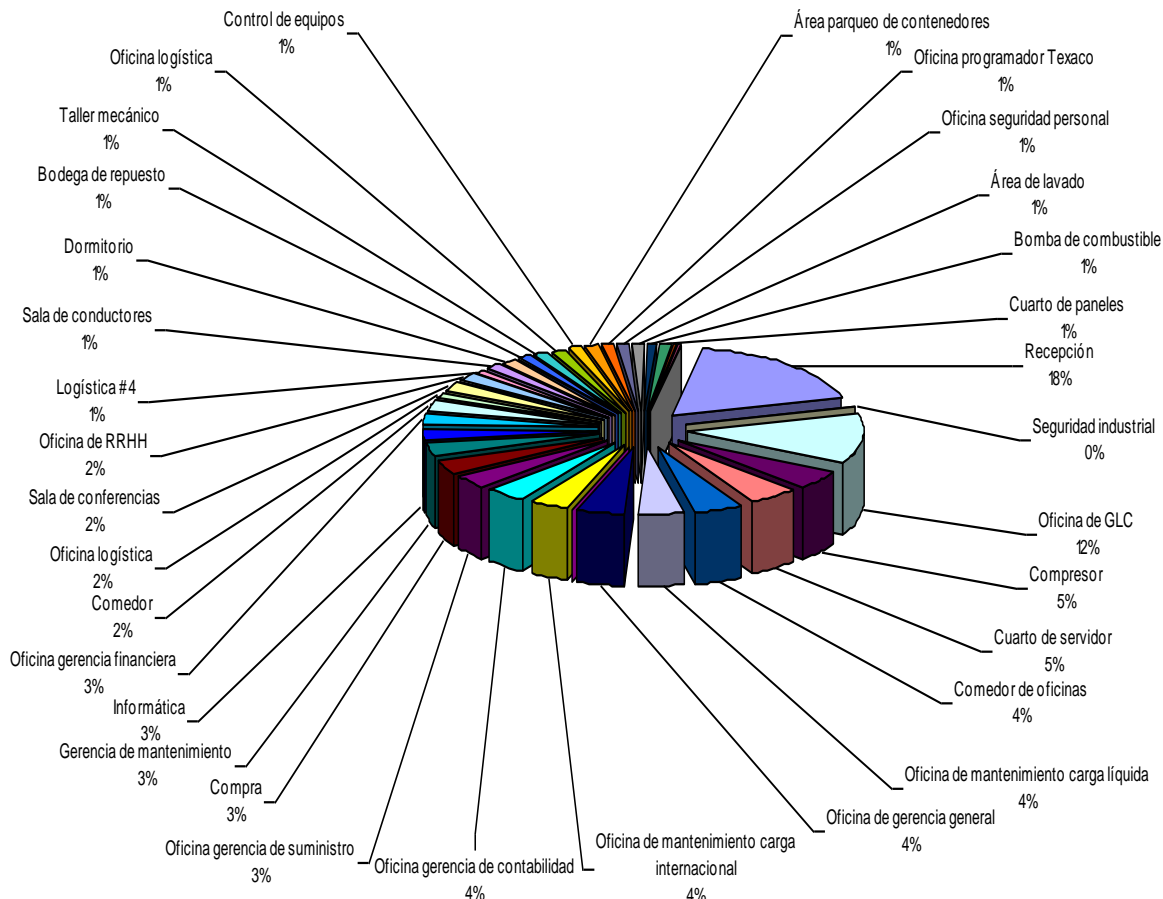


Ilustración 13 – Peso en consumo por áreas

7. RESULTADOS DE LA AUDITORIA

En este acápite detallaremos las condiciones encontradas durante la auditoria a las instalaciones del complejo de oficinas y equipos. Los detalles aquí descritos se le indicaron al encargado de mantenimiento que nos acompañó durante la auditoria, para así evitar desperfecto de equipos, instalaciones inadecuadas, peligros de incendios, equipos conectados sin razón de uso, mal estado de los sistemas eléctricos, uso incorrecto de equipos y locales, además de comunicarles las orientaciones debidas para tal caso.

Paneles de protección y distribución

Estos equipos son los que se encargan de proteger los circuitos eléctricos de distribución interna y sus sistemas, además de alojar los conductores que alimentan los equipos de consumo eléctrico.

La mayoría de los paneles son longevos. No se observó un plan de mantenimiento.

En el Breaker general ubicado al sureste del área de parqueo entrada a la empresa los cables presentan excesiva exposición del cobre, esto puede provocar cortocircuito o fuga de energía en la superficie del panel que puede afectar el consumo eléctrico del complejo.

No presentan rotulado adecuado de los circuitos y el equipo al que protegen siendo casi imposible de identificar el circuito a la hora de un cortocircuito o conato de incendio por desperfecto eléctrico ó en caso de que se presente una descarga eléctrica por contacto indirecto a una fuente de alimentación (equipo con falla a tierra). No pueden ser maniobrados por otra persona por que actualmente ni la persona que nos acompañó durante el tiempo de la auditoria no sabía a qué circuito pertenece.

Asimismo se observaron empalmes en paneles del taller de mecánica que no cumplen con el código de instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN), los empalmes podrían presentar calentamiento propiciando el deterioro de la cinta aisladora, provocando un cortocircuito dentro de las instalaciones del panel. El

panel principal presenta falta de mantenimiento además no se encuentra aislado a los cambios climáticos que varían en nuestro país.

Existe cierto grado de oxidación en carcasas de paneles, contactos de los equipos de protección, en el caso del panel de la bomba de lavado ubicado en el área del taller de mecánica, este al momento de la auditoria presentaba humedad por lo que se encuentra expuesto a un ambiente húmedo, el panel que contiene los circuitos del servidor ubicado en informática no posee los tornillos sujetadores de la tapa protectora.

Climatización

El 30% de los equipos encontrados son de tecnología con bajo índice de eficiencia e EER lo que implica un mayor consumo de energía eléctrica para funcionar, esto lo determinamos por:

- Los datos nominales en la placa característica del equipo.
- Mediciones de corriente eléctrica durante su arranque y funcionamiento normal.
- Comparando los datos de placa y las lecturas tomadas.
- Cálculo del valor de eficiencia energética de cada uno de estos equipos.

La norma EER⁵ (Carrier, 2009) especifica que el valor resultante al dividir la capacidad del equipo (BTU) entre el consumo del mismo en Watts-hora el resultado debe ser mayor que 13. Estos equipos de climatización eficientes deben

⁵ EER (coeficiente de eficiencia energética) es el ratio entre la capacidad frigorífica y el consumo de energía utilizado para obtenerlo. Cuanto más alto es el EER, mejor rendimiento tendría la máquina.

de al menos producir 13 BTU⁶ (unidades de aire frío) por cada unidad de Watts (unidad de potencia eléctrica):

Concluimos que en el complejo cuenta con 24 equipos de climatización de los cuales 16 son eficientes en su consumo y su entrega de potencia en refrigeración los 8 restantes son ineficientes por lo que recomendamos el cambio de estos por equipos eficientes conforme estos vayan presentando desperfectos.

Nota: Uno de los equipos de climatización se encuentra apagado permanentemente, este se encuentra ubicado en la sala de conductores.

Informática

El 100% de estos equipos informáticos, al momento en que se realizó la auditoria fueron encontrados conectados a la hora del almuerzo y en todo momento, esto pasa a ser un consumo indebido para la empresa puesto que a la hora del almuerzo no se necesita tener estos equipos encendidos ni conectados.

En las distintas áreas se encontraron equipos encendidos: computadoras, impresoras, scanner, fotocopadoras, luminarias, y aires acondicionado, etc.

En horas de trabajo y horarios de almuerzo no existe cultura de apagar los equipos o desconectarlos una vez concluida la jornada de trabajo, recomendamos la compra de regletas para que todos los colaboradores desconecten sus equipos,

⁶ Es una unidad inglesa. Es la abreviatura de British Thermal Unit. Se usa principalmente en los Estados Unidos. Una BTU representa la cantidad de energía que se requiere para elevar en un grado Fahrenheit, la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales. Un pie cúbico de gas natural despiden en promedio 1,000 BTU, aunque el intervalo de valores se sitúa entre 500 y 1,500 BTU. (Fundación Wikimedia, 2011)

de esta manera se logrará que estos equipos sean desconectados totalmente de la red.

Al estar conectados consumen el 10% de lo que lo hacen cuando estas están en funcionamiento.

Iluminación

Al igual que los equipos de informática estos fueron encontrados encendidos en lugares en donde no se necesitaban incluso luminarias. En oficinas de generales las luminarias se encontraron encendidas existiendo oportunidad de aprovechar la luz solar que entra por las ventanas proporcionando esta una excelente visibilidad.

En los pasillos se observa exceso de iluminación y caso contrario en las oficinas presentan la oportunidad de aprovechar un mejor nivel de iluminación.

En las oficinas de RRHH, seguridad industrial, oficinas de logística, informática, oficina de gerencia de contabilidad, recepción, asistencia administrativa existen áreas donde se refleja poca iluminación sobre los escritorios con valores de 100 y 170 lux/m². Observándose áreas oscuras, estas instalaciones no están cumpliendo con el código de instalaciones eléctricas de Nicaragua (CIEN), que para cada oficina deben de existir 500 lux/m², con un área de trabajo de 1 mt de altura, todos los espacios de trabajo alrededor de los equipos instalados en interiores deberán estar adecuadamente iluminados, con excepción de la oficina de gerencia financiera que cuenta con una luminosidad de 502 lux/m².

Todos los colores utilizados en las paredes, techos y piso son apropiados para el uso eficiente de la iluminación pero en si la iluminación no es eficiente siendo el 48% de los equipos ineficientes y el 50% de los equipos son eficientes.

Motores

Estas máquinas eléctricas son fundamentales para el local pero son equipos de baja eficiencia en su consumo de energía y por igual en entrega de potencia.

Los motores de las bombas de combustible presentan falta de mantenimiento, al igual el motor que se encuentra en el área de lavado estos se encuentran expuestos a lugares húmedos.

Electrodomésticos

El refrigerador ubicado en comedor de trabajadores del taller mecánico se encuentra conectado siendo un consumo innecesario para la empresa en estudio, este equipo está siendo aprovechado el 1% del aprovechamiento del trabajo que este realiza al momento de realizar la auditoria la persona que nos acompañó durante todo el recorrido notifico que este mismo permanece conectado las 24 horas, a la vez se le notifico una serie de orientaciones para el aprovechamiento de los equipos y el aprovechamiento de la energía eléctrica que el equipo antes mencionado consume y que este equipo no estaba trabajando a su máximo aprovechamiento

Solo está congelando una botella de agua permaneciendo encendido durante largos períodos de trabajo el cual está generando pérdidas a la empresa, este

contribuye a un aporte dentro de la factura energética facturada a CHAYOMPIRAS S.A.

La cafetera ubicada en el comedor de oficinas permanece conectada solamente para ver la hora, el microonda permanece conectado la mayor parte del día sin utilizarlo se encontró en stand-by todos estos equipos se encontraron conectados y sin razón de uso durante se realizó la auditoria y no solamente en ese día fue la excepción si no todos los días de la semana durante extensos periodos.

Se les indicó el a los colaboradores el apagado de los equipos en caso de que no se utilicen.

8. RECOMENDACIONES EN BASE A OPORTUNIDADES DE AHORRO

Plan de mantenimiento general

- ✓ El centro de transformación, se debe realizar mantenimiento preventivo este contempla las siguientes actividades (limpieza y ajuste de partes fijas buchín primario y secundario) y correctivo contempla (fallas en los devanados, conexiones flojas, deterioros del aislante).
- ✓ Conductores que van hacia los equipos de protección se les debe de realizar pruebas de aislamiento para descartar una posible fuga de energía.
- ✓ Las carcasas de los paneles como es el caso del panel ubicado en el área de lavado, los paneles ubicados en el área de taller eléctrico, el panel del breaker general estos presentan corrosión en las superficies del mismo.

- ✓ Los Breaker instalados para protección de los sistemas eléctricos de iluminación, informática, tomas de corriente y sistemas que alimentan los aires acondicionados estos ubicados en el área de taller eléctrico.
- ✓ Lavado de filtros de aires acondicionados mínimo mensual, ideal semanal
- ✓ Procurar que los AA estén en óptimas condiciones de funcionamiento. Programe una revisión técnica especializada por lo menos dos veces al año.
- ✓ Instalar dispositivos (interruptores) que permitan la desconexión de los aires acondicionados, para evitar el consumo vampiro
- ✓ Emigrar del uso de tecnología T12 a tecnología T8 ó T5 de 32W y 28W respectivamente y en otros casos lámpara fluorescente compacta ahorrativa.
- ✓ Limpieza de difusores y reflectores de lámparas.
- ✓ Colocar rejillas plásticas entre los conductores del breaker general para descartar cualquier tipo de problemas.

Cambio de hábitos en uso de la energía eléctrica

Para los equipos de climatización

Los sistemas de aire acondicionado tipo unidad central y tipo Split consumen mucha energía en los sistemas eléctricos por lo que recomendamos.

- ✓ Ajuste la temperatura del termostato en 25° C. es suficientemente confortable y evita la exposición de personal a cambios bruscos de temperatura. Reduce el consumo de energía.
- ✓ No enfriar áreas que no tenga demanda o personas laborando.

- ✓ Disponer de ventanillas que dividan los ductos de aire para evitar el enfriamiento de áreas que no estén siendo utilizadas en el edificio para reducir el consumo eléctrico.
- ✓ Apague y desconecte los equipos cuando no se estén utilizando.

Apagar los aires una hora antes del almuerzo pues el local cuenta con una excelente hermeticidad para evitar que el aire frío se escape por filtraciones.

Para los equipos informáticos

- ✓ Apague y desconecte los equipos cuando no los utilice
- ✓ Apague el dispositivo de visualización o monitor cuando no esté en uso. Utilice el modo hibernar para el ahorro de energía. Todos los equipos poseen este sistema.
- ✓ Cambio de monitores RCT⁷ por LCD⁸, mejora la eficiencia y el confort del usuario.
- ✓ Apague las impresoras cuando no estén en uso. Por lo regular, las impresoras se dejan encendidas durante largos períodos, aunque sólo estén activas durante un bajo porcentaje de ese tiempo.
- ✓ Seleccione una impresora con capacidades de administración de energía. Las impresoras con funciones de “consumo reducido” automático pueden disminuir el uso de electricidad en un 65%. Las impresoras reducen automáticamente el

⁷ El tubo de rayos catódicos (CRT, del inglés Cathode Ray Tube) es una tecnología que permite visualizar imágenes mediante un haz de rayos catódicos constante dirigido contra una pantalla de vidrio recubierta de fósforo y plomo. (Fundación Wikimedia, Wikipedia®, 2011)

⁸ Una pantalla de cristal líquido o LCD (sigla del inglés liquid crystal display) es una pantalla delgada y plana formada por un número de píxeles en color o monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. (Fundación Wikimedia, Wikipedia®, 2011)

consumo para usar entre 15 - 45 vatios, dependiendo del número de páginas por minuto impresas, después de períodos específicos de inactividad.

- ✓ Apague la fotocopidora a la hora de almuerzo, y seleccione una que tenga la función de ahorro de energía. Al final de la jornada desconéctela
- ✓ Recuerde al terminar la jornada desconectar las computadoras, estabilizadores y baterías. Cargadores de celular, de radio comunicador, etc.

Apague los Scanner cuando este no se esté utilizando y desconectarlos al final de cada jornada.

Para los equipos de iluminación

- ✓ Apagar las luces cuando no las necesite.
- ✓ Utilizar la iluminación natural nuestro país cuenta con la luz solar los 365 días del año, la luz natural siempre es mejor.

Sustituya las lámparas fluorescentes por lámparas ahorradoras (fluorescentes compactas), las cuales cuestan más, pero consumen el 80% menos de energía y duran hasta diez veces más. Aplique esta medida en todos los espacios donde sea posible, como son los pasillos.

Motores

- ✓ Realizar el mantenimiento preventivo para descartar cualquier desperfecto.
- ✓ Evitar los arranques directos y un constante encendido de estos.
- ✓ Aislar las partes de los motores puesto que en ciertos lugares estos se encuentran expuestos a ambientes húmedos.

Desconectar totalmente los motores cuando estos no se utilicen durante tiempos prolongados.

Cambio de tecnología

Proponemos el cambio de los equipos de climatización cuyo EER (Grado de Eficiencia Energética) es menor que 13, esto a medida que se vayan dañando.

En el siguiente cuadro se muestra de manera ordenada las actuaciones para la realización de un plan de seguimiento en la estructuración y actuación de los cambios a realizar por los resultados de la auditoria.

Hábitos

- Campaña de ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica.
- Selección de líderes para impulsar el plan de ahorro de energía eléctrica.
- Talleres de motivación concientización a colaboradores.
- Apague equipos que no utilice y desconéctelos al final de la jornada.
- Campaña para el uso de la iluminación natural.
- Control del encendido de los aires acondicionados, por control de demanda y no solo por consumo.

Mantenimiento

- Actualizar diagramas unifilares de las instalaciones eléctricas.
- Elaborar plan de mantenimiento para iluminación, aires acondicionados, equipos informáticos y electrodomésticos.
- Reducción de cantidad de lámparas en corredores y pasillos.
- Hermetizar de manera adecuada las áreas a climatizar.

Tecnología

- Cambio de lámparas T12 a T5 a medida que se dañen.

- Cambio de la iluminación exterior por lámpara fluorescente compacta de 65W.
- Cambiar aires acondicionados con EER menor a 13.
- Cambio de monitores RCT a LCD.
- Cambio de bombillos incandescentes y alógenos por lámpara fluorescente compacta ahorrativa.

Todas estas actuaciones pueden llegar a ser favorables en términos de eficiencia energética puesto que cada uno de los tres factores antes mencionados se encuentran en concordancia para así poder llegar a ser una empresa que goce de los beneficios de ser eficiente en su consumo de energía a nivel cultural, tecnológico y en procedimientos técnicos.

9. ANÁLISIS ECONÓMICO POR OPORTUNIDADES DE AHORRO ENCONTRADAS

Por cambio de hábito

Directamente este ahorro no precede ningún tipo de inversión económica, pero si se anexa mucho al trabajo en equipo y al cambio de cultura, esto implica en la

Razón de ahorro por hábito	Ahorro en kWh/m	Ahorro en C\$ mes	Ahorro en USD\$ mes	Inversión	Recuperación en meses
Informática	794	3207	152	0	0
Climatización	697	2816	134	0	0
Iluminación	232	937	45	0	0
Motores	183	738	35	0	0
Electrodomésticos	108	438	21	0	0
Refrigeración	38	155	7	0	0
Ventilación	2	10	0	0	0
Total	2055	8300	394	0	0

Tabla 11 - Oportunidades de ahorro encontradas

debida desconexión de todos los equipos durante la hora del almuerzo.

Este ahorro solamente se contempla apagar y desconectar los equipos, en el ejercicio solamente tomamos en cuenta la hora de almuerzo, el resultado mejora si todos desconectamos los equipos al final de la jornada de trabajos.

- ✓ La desconexión de los equipos de Informática durante la hora del almuerzo durante los 20 días hábiles de trabajo implica un ahorro directo de **794 kWh/m** con un importe de ahorro equivalente a **USD \$ 152** mensual.
- ✓ La desconexión de los equipos de climatización representa un ahorro de **697 kWh/m** con un ahorro en importe mensual de **USD\$ 134.**
- ✓ La desconexión de los equipos de iluminación durante la hora del almuerzo durante los 20 días hábiles de trabajo implica un ahorro directo de **232 kWh/m** con un importe de ahorro equivalente a **USD \$ 45** mensual.
- ✓ La desconexión de los equipos electrodomésticos durante la hora del almuerzo durante los 20 días hábiles de trabajo implica un ahorro directo de **108 kWh/m** con un importe de ahorro equivalente a **USD \$ 21** mensual.
- ✓ La desconexión de las refrigeradoras representa un ahorro directo de **38 kWh/m** equivalentes a **USD\$ 7.**
- ✓ Desconexión de todos los equipos al final de la jornada de trabajo, como una medida administrativa.

Por eliminar consumo vampiro.

A como se expresó anteriormente este tipo de consumo es aquel por el que no se produce ningún beneficio para la empresa.

En la tabulación se muestran los ahorros conseguidos sin ningún tipo de inversión económica.

Razón de ahorro por consumo vampiro	Ahorro en kWh/m	Ahorro en C\$	Ahorro en USD\$	Inversión	Recuperación en meses
Informática	278	1122	53	0	0
Climatización	264	1064	51	0	0
Total	541	2186	104	0	0

Tabla 12 – Ahorro al eliminar consumo vampiro

Este ahorro lo podemos obtener por medio de la desconexión de equipos que no utilicemos o que estén en espera, de esa manera nos ahorramos ese consumo y empezamos a relacionar y obtener un conocimiento del uso que le damos a la energía y de qué manera es afectado su aumento o disminución de acuerdo al uso ó no responsable de este rubro que es fuente primaria de los productos obtenidos por la empresa.

Por cambio tecnológico

Existen oportunidades de ahorro a base de inversiones que a su debido tiempo se recuperarán se propone el cambio tecnológico de equipos utilizados en las oficinas o fuera de estas conforme presenten desperfectos:

1. Aires acondicionados con vista hacia equipos eficientes en su consumo de energía, a medida de que estos vayan presentando desperfectos.
2. Luminarias fluorescentes vapor de mercurio de 175 W del parqueo de contenedores y taller por luminarias fluorescente ahorrativa de 65 W, inversión que se recupera en tres meses.

Nota: El cambio de los equipos de climatización representa un ahorro de energía y su equivalente en córdobas, pero la recuperación de la inversión

supera el tiempo rentable como para invertir a largo plazo en equipos que tienen una vida útil reducida.

Existen oportunidades de ahorro a base de inversiones que a su debido tiempo se recuperarán se propone el cambio tecnológico de equipos utilizados en las oficinas, iluminación exterior:

Cant	Equipo existente	Consumo mensual actual KWh	Equipo propuesto	Consumo propuesto mensual KWh	Ahorro estimado mensual KWh	Importe por ahorro mensual USD \$	Inversión requerida USD \$	Tiempo de recuperación Meses
8	Luminaria vapor de mercurio 175W	504,0	Lámpara fluorescente ahorrativa 65W	187,2	316,80	45,95	128	2,79
6	Unidad central 12,000 BTU	2278,1	Unidad central 12,000 BTU EER > 13	1107,6	1.170,49	169,79	11517,06	67,83
Total		2782,1		1.294,80	1.487,3	215,74	11.645,1	54

Tabla 13 - Por cambio de tecnologías

En total los ahorros son:

Razón de ahorro	Ahorro en kWh/m	Ahorro en C\$	Ahorro en USD\$	Inversión	Recuperación en meses
Hábito	2055	8300	394	0	0
Consumo vampiro	541	2186	104	0	0
Total	2596	10486	498	0	0

Tabla 14 – Ahorros por consumo vampiro y cambios de hábitos

El tiempo de recuperación de las inversiones está de acuerdo a las horas uso de los equipos propuestos, además de su debido mantenimiento.

CONCLUSIONES

El estudio energético realizado al complejo de CHAYOMPIRAS S.A. muestra el panorama general instalaciones, la cantidad de equipos eléctricos existentes y conectados a la red, además de las condiciones en las que se encuentran todos los equipos utilizados en el trabajo diario, así como sus respectivas orientaciones para el cambio y el ahorro de consumo de energía para que con esta estrategia se logre las mismas o mejores condiciones de confort y productividad que antes del estudio.

De lograr ejecutar todas las recomendaciones CHAYOMPIRAS S.A. puede ahorrar:

Combinando las oportunidades el ahorro proyectado es de **2.596 kWh/m** lo que representa 12% del consumo actual de energía eléctrica.

Según las curvas estudiadas en lo que va del presente mes y el pasado, el promedio de la demanda comprendida entre las 6 y las 10 de la noche es de 19 kW, y la demanda máxima del suministro es de

36 KW si los equipos de consumo eléctrico de mayor peso son los servidores e iluminación, junto a las luminarias se puede lograr una disminución del 55.5 % de la demanda de potencia y esto repercute directamente la facturación en 20 kW que no se demanden con un precio promedio de C\$ 404.2682 equivalen a C\$ 8,085.364 que en USD\$ 384 ahorrados mensualmente, más los conceptos comerciales por este rubro.

Con el seguimiento de las orientaciones proporcionadas por el estudio de las situaciones encontradas se puede obtener un ahorro en consumo de energía de **2,596 kWh/m** y en demanda de potencia de **20 kW**

Cada uno de estos con su equivalencia en el importe global.

En total el ahorro sería de **C\$ 18,586** y en **USD\$884** mensual.

Ahorro de energía kWh/m	Ahorro en demanda kW	Ahorro en C\$	Ahorro en USD\$	Demanda %	Energía %	% en importe por consumo y demanda
2,596	20	18,586	884.0	55.5	12	24

Tabla 15 – Total ahorro

En porcentaje resulta un ahorro del **24 %** del importe por consumo y demanda

Este trabajo se recomienda acompañarlo de un estudio de la distribución eléctrica y memoria de cálculos eléctricos de nuevas distribuciones de alimentadores para equipos que proporcionen un buen panorama de ahorro a CHAYOMPIRAS S.A, el cual no es parte de este estudio, cuyo ámbito limita su aplicación al margen de ahorro energético por familias, zonas y tipos de consumidores energéticos.

Bibliografía

- Romaní Aguirre, J. C., & Arroyo Chalco, V. (2012). *http://library.fes.de/*. Recuperado el Enero de 2012, de *http://library.fes.de/*: *http://library.fes.de/pdf-files/bueros/peru/09003.pdf*
- Carrier. (2009). *Carrier*. Obtenido de Carrier: *http://www.carrier.es/news/etiqueta.htm*
- Efficient Lighting Initiative, A. (2006). *Iluminación Eficiente*. Recuperado el Agosto de 2011, de Iluminación Eficiente: *http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/eli.html*
- Fundación Wikimedia, I. (2011). *Wikipedia®*. Recuperado el Agosto de 2011, de Wikipedia®: *http://es.wikipedia.org/wiki/BTU*
- Fundación Wikimedia, I. (2011). *Wikipedia®*. Recuperado el Agosto de 2011, de Wikipedia®: *http://es.wikipedia.org/wiki/Tubo_de_rayos_cat%C3%B3dicos*
- Fundación Wikimedia, I. (2011). *Wikipedia®*. Recuperado el Agosto de 2011, de Wikipedia®: *http://es.wikipedia.org/wiki/LCD*
- INE. (2000). Recuperado el Agosto de 2011, de INE: *http://www.ine.gob.ni/DGE/digesto/normativas/TARIFA.pdf*